

UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Peperiksaan Semester Pertama
Sidang Akademik 1993/94

Oktober/November 1993

EEE 132 - Peranti Semikonduktor

Masa : [3 jam]

ARAHAN KEPADA CALON:

Sila pastikan bahawa kertas peperiksaan ini mengandungi 7 muka surat bercetak dan **TIGA(3)** soalan sebelum anda memulakan peperiksaan ini.

Jawab **LIMA(5)** soalan sahaja.

Agihan markah bagi setiap soalan diberikan di sut sebelah kanan soalan berkenaan.

Jawab kesemua soalan di dalam Bahasa Malaysia.

...2/-

1. (a) Di dalam suatu hablur silikon nilai medan elektrik di satah x_1 (tegak kepada paksi x) adalah tidak sifar. Di x_1 , ketumpatan elektronnya ialah 10^6 cm^{-3} dan ketumpatan elektron adalah tidak seragam dalam arah yang menegak ke satah tersebut. Adalah didapati tidak ada arus elektron yang mengalir merentasi satah tersebut.

- (i) Terangkan mengapa tidak ada arus yang mengalir.
 (ii) Jika medan elektrik ialah -10^3 Vcm^{-1} (dalam arah negatif x), kiralah kecerunan elektron dalam arah menegak ke satah tersebut.

Diberikan:

$$k = 1.38 \times 10^{-23} \text{ JK}^{-1}$$

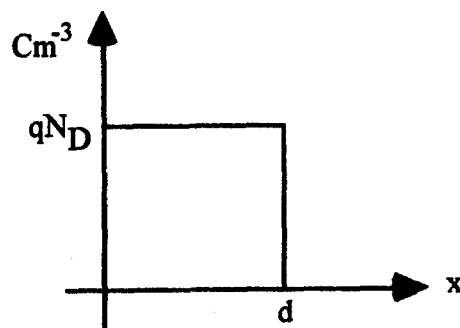
$$q = 1.6 \times 10^{-19} \text{ coulomb}$$

$$T = 300\text{k}$$

$$\frac{D_e}{\mu_e} = \frac{kT}{q}$$

(10%)

- (b) Rajah 1 yang diberikan menunjukkan taburan cas di kawasan susutan di dalam bahan jenis-n yang seragam.



Rajah 1

Anggaplah kecerunan voltan $\frac{dV}{dx} = 0$ bila $x = d$

...3/-

Diberikan persamaan Poisson

$$\frac{d^2V}{dx^2} = -\frac{\rho(x)}{\epsilon}$$

dan V ialah voltan, ρ = ketumpatan cas

ϵ = kebertelusan

Tunjukkan aras tenaga Fermi intrinsik E_{Fi} diberikan sebagai

$$E_{Fi} = -qV - \frac{q^2 N_D}{2\epsilon} (x^2 - 2xd)$$

Lakarkan aras-aras tenaga untuk bahan tersebut dan berikan penjelasan ringkas mengenainya.

(10%)

2. (a) Lakarkan model litar setara isyarat kecil suatu diod dan berikan penjelasan ringkas mengenainya

(6%)

- (b) Bila suatu diod dipincang depan, saiz cas adalah sama di kedua-dua bahagian simpang diod tersebut.

$$Q_j = q N_D d_n = q N_A d_p$$

Dapat perkaitan pemuat simpang C_j dan tunjukkan, $C_j \propto V_t^{-1/2}$

(8%)

...4/-

Diberikan

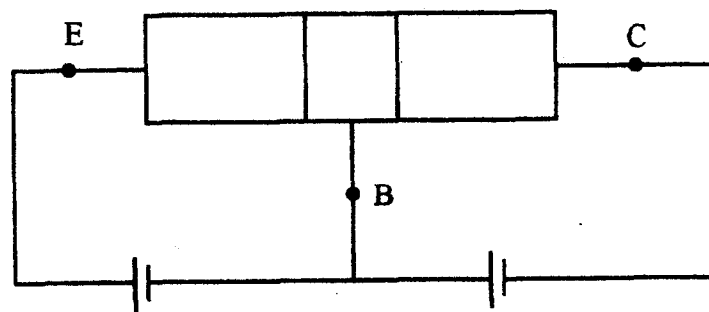
$$d_p = \left[\frac{2\epsilon V_t q N_D}{N_A (N_A + N_D)} \right]^{\frac{1}{2}}$$

d_p , d_n ialah panjang kawasan susutan di bahagian p dan n diod tersebut.

- (c) Gunakan gambarajah dan jelaskan tiga prinsip mekanisme keruntuhan sesuatu diod.

(6%)

3. (a) Terangkan dengan terperinci pengaliran elektron dan lubang bagi transistor PNP seperti yang ditunjukkan di dalam Rajah 2, dengan menunjukkan arah pengaliran dan kawasan kesusutan.



Rajah 2

- (b) Tunjukkan bahawa faktor untung arus tapak sepunya α_{dc} adalah sama dengan I_c/I_E .

...5/-

- (c) Lukiskan ciri-ciri keluaran tapak sepunya. Tunjukkan ketiga-tiga kawasan dan nilai-nilai tipikal bagi arus-arus dan voltan-voltan.

(20%)

4. (a) Lakarkan satu model setara isyarat-kecil bagi tiap-tiap transistor BJT dan FET. Namakan dan terangkan parameter-parameter yang digunakan dalam lakaran di atas.

Terangkan kegunaan litar setara ini.

(6%)

- (b) Suatu transistor mempunyai parameter-parameter berikut:-

$$\alpha = 0.98$$

$$\beta = 0.99$$

apabila I_E adalah 5mA, I_B bernilai $20\mu A$.

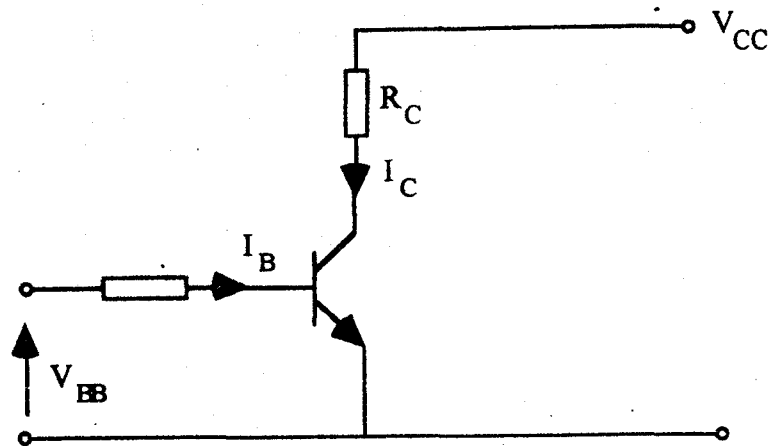
Hitungkan:-

- (i) komponen arus tapak yang disebabkan oleh elektron yang disuntik dari tapak ke pemancar.
- (ii) arus tapak yang menggantikan pembawa utama yang hilang menerusi pencantuman semula dalam tapak, dan
- (ii) arus bocor tapak sepunya.

(14%)

...6/-

5.



Rajah 3

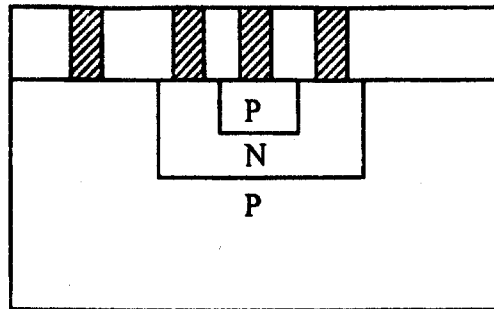
Rajah 3 di atas menunjukkan suatu tatasusunan litar transistor. Lukiskan ciri transistor bagi litar di atas. Pada ciri tersebut lukiskan garis beban bagi litar berkenaan. Apakah keutamaan garis beban ini?

Sekiranya litar di atas digunakan sebagai suis, terangkan dengan terperinci perubahan pada I_C .

(20%)

...7/-

6. (a)



Rajah 4

Rajah 4 menunjukkan keratan-lintas bagi JFET salir-n.

- (i) Labelkan gambarajah di atas
- (ii) Lakarkan dan terangkan bentuk ciri-ciri salur; tunjukkan dan namakan kawasan-kawasan berkenaan.
- (iii) Berikan simbol bagi JFET.

(10%)

- (b) Tuliskan nota-nota pendek mengenai berikut, serta nyatakan keutamaan-keutamaan mereka.

- (i) Penguat kebezaan asas.
- (ii) CMOS
- (iii) Litar terkamil

(10%)